



**Corso di Specializzazione in Prevenzione Incendi**  
**Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro**  
Ing. Antonio Nurchi – Comando Prov.le V.V.F. Cagliari



**CORSO DI SPECIALIZZAZIONE IN PREVENZIONE INCENDI**  
**FINALIZZATO ALL'ISCRIZIONE NEGLI ELENCHI DEL MINISTERO**  
**DELL'INTERNO DEI PROFESSIONISTI DI CUI AL DM 5.8.2011**

# Resistenza al Fuoco

## e cap. S2 della R.T.O.

02 Maggio 2017

DVD Ing. Antonio Nurchi



# Contenuti

- ❑ La resistenza al fuoco
- ❑ Evoluzione normativa
- ❑ Prestazioni di resistenza al fuoco (DM 09/03/2007)
- ❑ La classificazione di resistenza al fuoco di prodotti e elementi costruttivi (DM 16/02/2007)
- ❑ La resistenza al fuoco nel “Codice di Prevenzione Incendi” (DM 03/08/2015)
- ❑ La documentazione da predisporre e la modulistica



# La resistenza al fuoco

## RESISTENZA AL FUOCO

### *misure antincendio di protezione*

- ❑ E' una delle fondamentali **strategie di protezione** da perseguire per garantire un adeguato livello di **sicurezza della costruzione in condizioni di incendio.**
- ❑ Essa riguarda
  - **la capacità portante in caso di incendio** per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale, nonché
  - **la capacità di compartimentazione** rispetto all'incendio per gli elementi di separazione sia strutturali, come muri e solai, sia non strutturali, come porte e tramezzi.

*(definizione del DM 30/11/1983 come aggiornata dal DM 09/03/2007)*

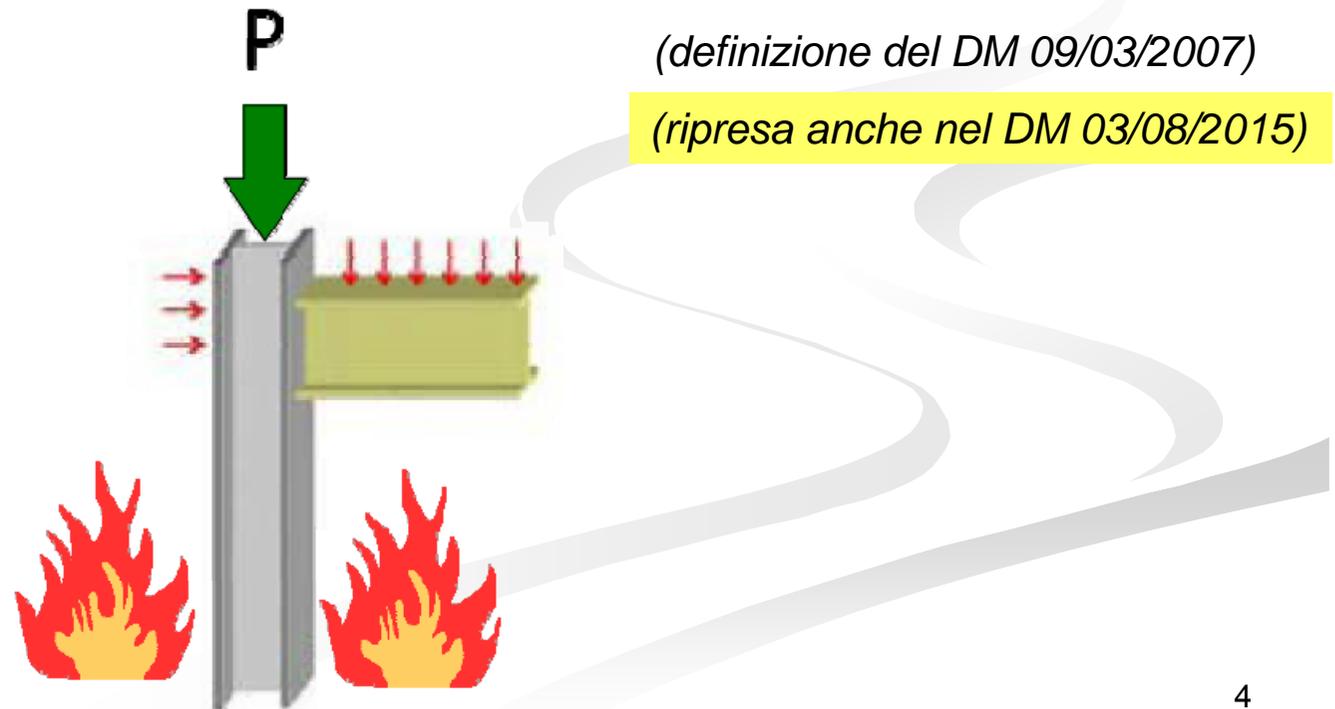
*(ripresa anche nel DM 03/08/2015)*



# La resistenza al fuoco

## CAPACITÀ PORTANTE IN CASO DI INCENDIO

- attitudine della struttura, di una parte della struttura o di un elemento strutturale a **conservare una sufficiente resistenza meccanica** sotto l'azione del fuoco con riferimento alle altre azioni agenti

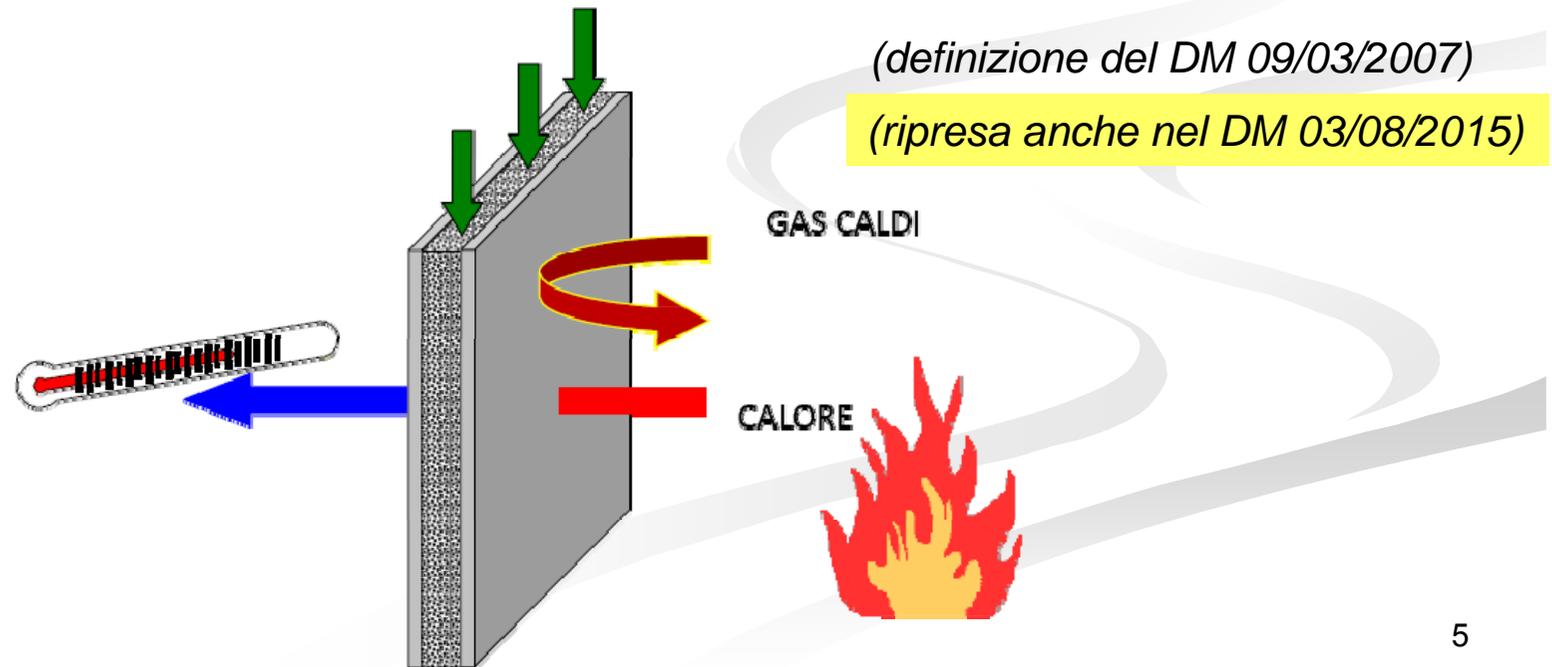




# La resistenza al fuoco

## CAPACITÀ DI COMPARTIMENTAZIONE IN CASO DI INCENDIO

- attitudine di un elemento costruttivo a conservare, sotto l'azione del fuoco, oltre alla propria **stabilità**, un sufficiente **isolamento termico** ed una sufficiente **tenuta ai fumi e ai gas caldi** della combustione, nonché tutte le **altre prestazioni se richieste**





# La resistenza al fuoco

## Requisito di base n°2 - SICUREZZA IN CASO DI INCENDIO

- ❑ Le opere di costruzione devono essere concepite e realizzate in modo che, in caso di incendio
  - a) La capacità portante dell'edificio possa essere garantita per un periodo di tempo determinato;
  - b) La generazione e la propagazione del fuoco e del fumo, a loro interno siano limitate;
  - c) La propagazione del fuoco ad opere di costruzione vicine sia limitata;
  - d) Gli occupanti possano abbandonare le opere da costruzione o essere soccorsi in altro modo;
  - e) Si tenga conto della sicurezza delle squadre di soccorso.

*Allegato I al Regolamento (UE) N. 305/2011 del 9/03/2011  
riprende quanto già previsto dalla previgente Direttiva 89/106/CEE (CPD)*



# Evoluzione normativa

## Ambiti normativi

- ❑ **Richiesta di prestazione**  
lasso di tempo richiesto alla stabilità strutturale
- ❑ **Progettazione strutturale**  
delle costruzioni in caso di incendio, secondo norme tecniche di riferimento
- ❑ **Qualificazione dei prodotti da costruzione**  
per il requisito di sicurezza in caso di incendio, ai fini dell'impiego

## Soggetti normatori

- ❑ **Ministero dell'Interno**  
in virtù del D.Lgs. 139/2006 (prima L. 1570/1941)
- ❑ **Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (ex LL.PP.)**  
in virtù della L. 1086/1971
- ❑ **CEN, UNI**  
nell'ambito della CPD, o in ambito volontario



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ Circolare Ministero dell'Interno DGSA n. 91 del 14 settembre 1961 – Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile

**ABROGATA**

- ✓ Prima regolamentazione
- ✓ Nata per edifici in acciaio, poi estesa a tutti gli edifici (DM 8/3/1985)
- ✓ Modalità di **determinazione della resistenza al fuoco**
  - ✓ Tabelle
  - ✓ Prove
- ✓ Quantificazione della **richiesta di prestazione**
  - ✓ Curva di incendio convenzionale



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ **Circolare Ministero dell'Interno DGSA n. 91 del 14 settembre 1961** – Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile
- ❑ **Ministero dell'Interno** – Emanazione di diverse “regole tecniche” per specifiche attività
- ✓ Fissano **livelli di prestazione** minimi



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ **Circolare Ministero dell'Interno DGSA n. 91 del 14 settembre 1961** – Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile
- ❑ **Ministero dell'Interno** – Emanazione di diverse “regole tecniche” per specifiche attività
- ❑ **UNI 9502, UNI 9503, UNI 9504 (fine anni '80)**
- ✓ **Modalità di verifica** al fuoco di elementi strutturali in calcestruzzo, acciaio, legno

RITIRATE



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ **Circolare Ministero dell'Interno DGSA n. 91 del 14 settembre 1961** –  
Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile
- ❑ **Ministero dell'Interno** – Emanazione di diverse “regole tecniche” per specifiche attività
- ❑ **UNI 9502, UNI 9503, UNI 9504 (fine anni '80)** –
- ❑ **D.M. Infrastrutture e Trasporti 14/09/2005**, poi aggiornato con **D.M. Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008**  
Testo Unitario delle Norme Tecniche sulle Costruzioni
- ✓ **Incendio** come “azione” (di tipo “eccezionale”) sulle costruzioni
- ✓ **Livelli di prestazione**
- ✓ Richiama gli **Eurocodici** (parti fuoco) per le verifiche a caldo degli elementi strutturali
- ✓ N.B. per costruzioni dove ci sono **attività soggette** o normate da **regole tecniche di prevenzione incendi** si applicano le disposizioni emanate dal **Ministero dell'Interno**



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ **Circolare Ministero dell'Interno DGSA n. 91 del 14 settembre 1961** – Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile
- ❑ **Ministero dell'Interno** – Emanazione di diverse “regole tecniche” per specifiche attività
- ❑ **UNI 9502, UNI 9503, UNI 9504 (fine anni '80)** –
- ❑ **D.M. Infrastrutture e Trasporti 14/09/2005**, poi aggiornato con **D.M. Infrastrutture e Trasporti 14/01/2008**  
Testo Unitario delle Norme Tecniche sulle Costruzioni
- ❑ **D.M. Interno 16/02/2007** – classificazione e determinazione della resistenza al fuoco di prodotti e elementi costruttivi
- ❑ **D.M. Interno 09/03/2007** – prestazioni di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni nelle attività soggette al controllo del CNVVF
- ✓ Superamento della Circ. 91/1961
- ✓ Allineamento con gli Eurocodici e le NTC
- ✓ Classi di resistenza al fuoco
- ✓ Metodi di verifica della resistenza al fuoco
- ✓ Livelli di prestazione



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ D.M. Interno 03/08/2015 – approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art.15 del DLgs. 8/03/2006, n.139

NOVITA'

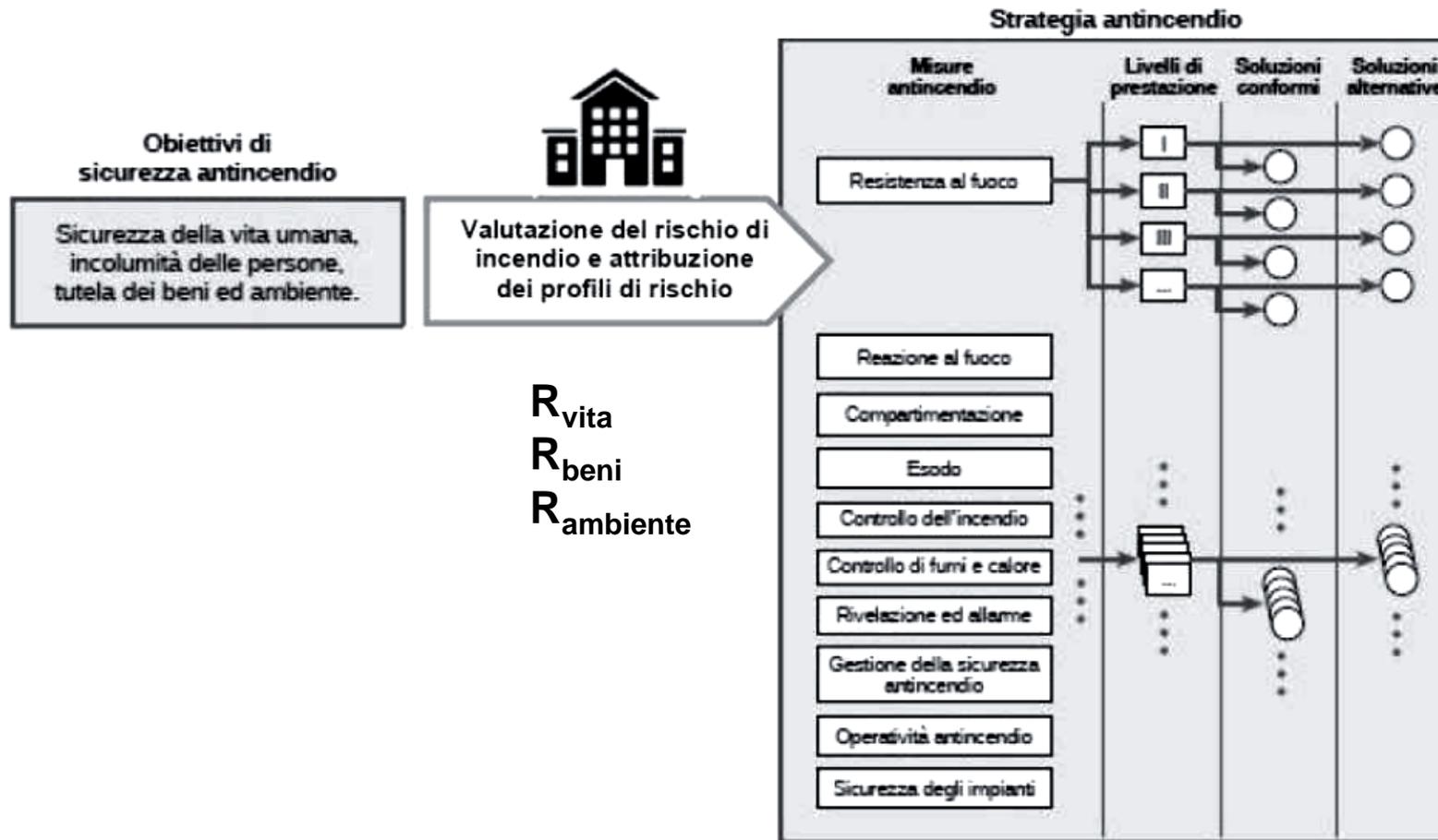
- ✓ Può essere applicato a una serie di attività comprese nell'allegato I al DPR 151/2011, per le quali non esiste regola tecnica verticale
- ✓ Per quanto attiene la resistenza al fuoco riprende sostanzialmente i concetti dei decreti del 2007
- ✓ Resistenza al fuoco come “misura antincendio” per il conseguimento degli obiettivi di sicurezza
- ✓ Livelli di prestazione definiti in funzione della valutazione “*quantitativa*” del rischio incendio



# Evoluzione normativa nazionale

- ❑ D.M. Interno 03/08/2015 – approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art.15 del DLgs. 8/03/2006, n.139

**NOVITA'**





# Il contesto europeo

Le basi dei Decreti del 2007...

- ❑ **Direttiva del Consiglio 1989/106/CEE** relativa al riavvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione (G.U.C.E. L40 del 11 Febbraio 1989) modificata dalla **Direttiva del Consiglio 1993/68/CEE** (GUCE L220 del 30 agosto 1993)
- ❑ **Decreto del Presidente della Repubblica 21 Aprile 1993, n. 246** - Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione (G.U. n. 170 del 22/07/1993)
- ❑ **Decisione della Commissione n. 2000/367/CE**, che attua la direttiva 89/106/CEE, per quanto riguarda la classificazione di resistenza all'azione del fuoco dei prodotti da costruzione, delle opere di costruzione e dei loro elementi
- ❑ **Decisione della Commissione n. 2003/629/CE** che modifica la decisione 2000/367/CE per quanto riguarda l'inclusione dei prodotti di controllo del fumo e del calore



# Il contesto europeo

Le basi dei Decreti del 2007...

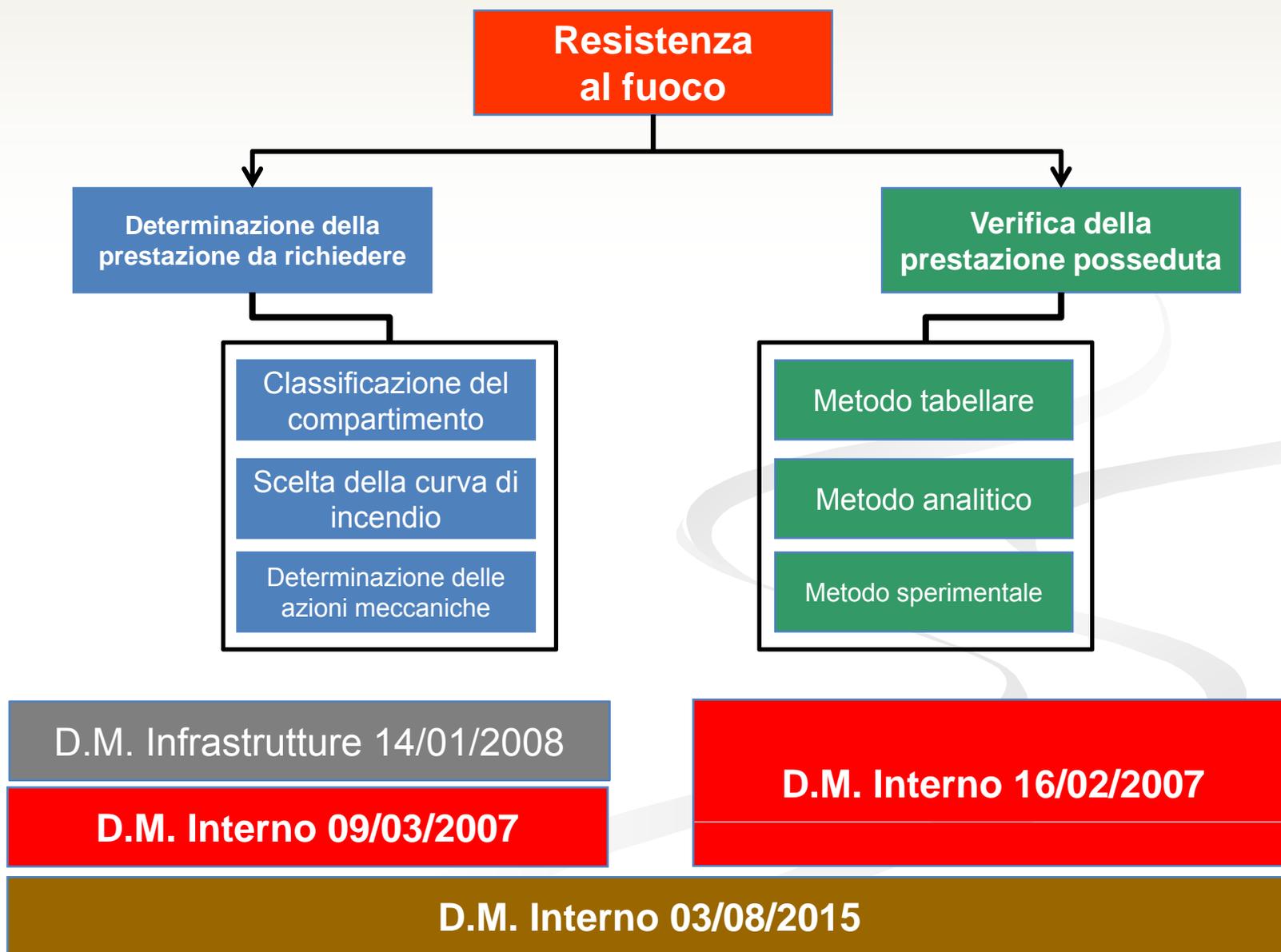
- ❑ **Raccomandazione della Commissione n. 2003/887/CE**, relativa all'applicazione e all'uso degli Eurocodici per lavori di costruzione e prodotti strutturali da costruzione
- ❑ **Norme** delle serie EN 13501, EN 1363, EN 1364, EN 1365, EN 1366, EN 1634, EN 14135 recanti i metodi di prova e le procedure di classificazione per la determinazione della classe di resistenza al fuoco dei prodotti da costruzione;
- ❑ **Norme** della serie ENV 13381 recanti metodi di prova per la determinazione del contributo alla resistenza al fuoco di elementi strutturali;
- ❑ **Eurocodici** EN1991-1-2, EN1992-1-2, EN1993-1-2, EN1994-1-2, EN1995-1-2, EN1996-1-2 recanti metodi comuni per calcolare la resistenza al fuoco dei prodotti strutturali da costruzione;



Corso di Specializzazione in Prevenzione Incendi  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro  
Ing. Antonio Nurchi – Comando Prov.le V.F. Cagliari



# Attuale normativa





**Corso di Specializzazione in Prevenzione Incendi**  
**Ordine degli Ingegneri della Provincia di Nuoro**  
Ing. Antonio Nurchi – Comando Prov.le V.V.F. Cagliari



Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività  
soggette al controllo del CNVVF

**DM 09/03/2007**



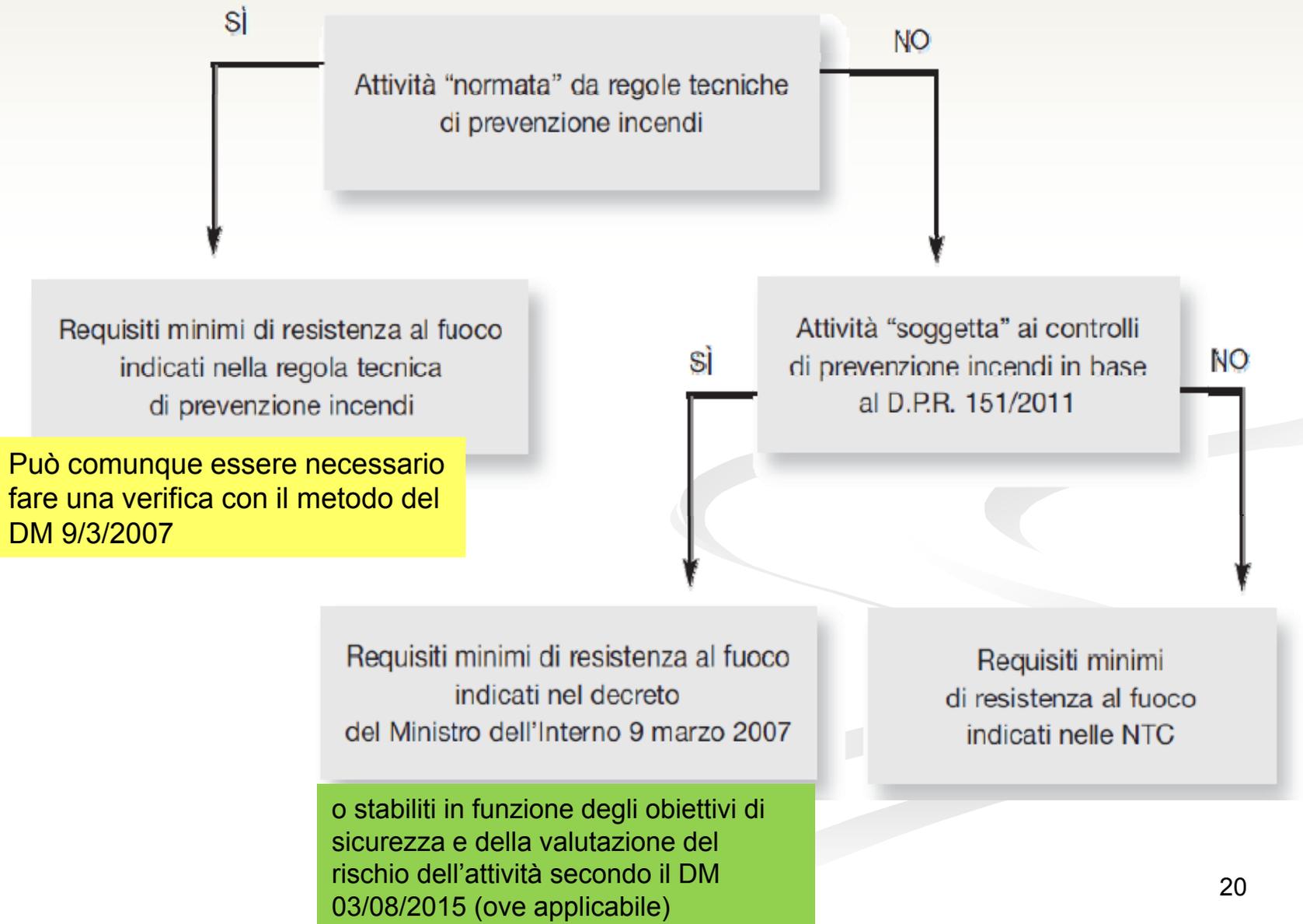
# Campo di applicazione

- Il presente decreto stabilisce i **criteri per determinare le prestazioni di resistenza al fuoco** che devono possedere le costruzioni nelle **attività soggette** al controllo del CNVVF
- Sono **escluse le attività** per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da **specifiche regole tecniche di prevenzione incendi**

Attività	Norma	Classe	Note
SCUOLE	D.M. 26 agosto 1992	60	Con <i>altezza antincendio</i> fino a 24 m
ALBERGHI	D.M. 9 aprile 1994	60	Strutture con capacità ricettiva oltre 25 posti ed <i>altezza antincendio</i> fino a 24 m
OSPEDALI	D.M. 18 settembre 2002	90 120	Strutture nuove con <i>altezza antincendio</i> fino a 24 m Strutture nuove con <i>altezza antincendio</i> sup. a 24 m
TEATRI	D.M. 19 agosto 1996	60	Con <i>altezza antincendio</i> fino a 12 m
AUTORIMESSE	D.M. 1 febbraio 1986	90	Con più di 9 autoveicoli
IMPIANTI TERMICI A GAS	D.M. 12 aprile 1996	120	Per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore con potenzialità superiore a 116 Kw
UFFICI	D.M. 22 febbraio 2006	30	Fino a 500 presenze (per i piani fuori terra)



# Prestazioni richieste





# Obiettivi

- ❑ Al fine di limitare i rischi derivanti dagli incendi, le costruzioni devono essere progettate, realizzate e gestite in modo da garantire:
  - ✓ la **stabilità degli elementi** portanti per un tempo utile ad assicurare il soccorso agli occupanti;
  - ✓ la **limitata propagazione** del fuoco e dei fumi, anche riguardo alle opere vicine;
  - ✓ la possibilità che gli **occupanti lascino l'opera** indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
  - ✓ la possibilità per le **squadre di soccorso** di operare in condizioni di sicurezza



# Strategie

- ❑ I requisiti di protezione delle costruzioni dagli incendi, finalizzati al raggiungimento degli obiettivi suddetti, sono garantiti attraverso l'adozione di misure e sistemi di protezione attiva e passiva.
- ❑ **Tutte le misure e i sistemi di protezione**, adottati nel progetto ed inseriti nella costruzione, devono essere **adeguatamente progettati, realizzati e mantenuti** secondo quanto prescritto dalle specifiche normative tecniche o dalle indicazioni fornite dal produttore al fine di **garantirne le prestazioni nel tempo**
  - **Progettazione dell'opera**
  - **Certificazioni e dichiarazioni in sede di SCIA**
  - **Asseverazione in sede di rinnovo**  
(ai sensi del DM 07/08/2012 deve riguardare anche i sistemi di protezione per assicurare la resistenza al fuoco)



# Responsabilità

- ❑ L'individuazione dei valori che assumono i parametri posti a base della **determinazione delle azioni di progetto** è a carico dei soggetti **responsabili della progettazione**.
- ❑ Il **mantenimento delle condizioni** che determinano l'individuazione dei suddetti valori è a carico dei **titolari delle attività**.



# Abrogazioni

- ❑ Dalla data di entrata in vigore del decreto sono abrogati:
  - la circolare del Ministro dell'interno 14 settembre 1961, n.91,
  - il D.M. 6 marzo 1986, recante «Calcolo del carico di incendio per locali aventi strutture portanti in legno».

- ❑ Le definizioni riportate nel D.M. 30/11/1983, relative a:

- ❑ carico di incendio

potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali

- ❑ compartimento antincendio

parte della costruzione organizzata per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio e delimitata da elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la capacità di compartimentazione

- ❑ resistenza al fuoco

una delle fondamentali strategie di protezione da perseguire per garantire un adeguato livello di sicurezza della costruzione in condizioni di incendio. Essa riguarda la capacità portante in caso di incendio, per una struttura, per una parte della struttura o per un elemento strutturale nonché la capacità di compartimentazione rispetto all'incendio per gli elementi di separazione sia strutturali, come muri e solai, sia non strutturali, come porte e tramezzi

sono sostituite con quelle contenute nel D.M. 09/03/07.



# Costruzioni esistenti

- ❑ Per le **costruzioni esistenti**, le cui prestazioni di resistenza al fuoco siano state **accertate dagli organi di controllo** alla data di entrata in vigore del presente decreto, **non è necessario procedere ad una nuova determinazione** nei casi di modifiche della costruzione, ivi comprese quelle dovute ad un ampliamento e/o ad una variazione di destinazione d'uso,
  
- ❑ E' invece richiesta **nuova determinazione se** le modifiche comportano
  - un **incremento della classe di rischio** indicata alla tabella 2 dell'allegato al decreto, o
  - una **riduzione delle misure protettive**, o
  - un **incremento del carico di incendio specifico**.



# Carico di incendio

## CARICO DI INCENDIO

*Potenziale termico netto della totalità dei materiali combustibili contenuti in uno spazio, corretto in base ai parametri indicativi della partecipazione alla combustione dei singoli materiali.*

$$q = \sum_i g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i \quad [\text{MJ}]$$

## CARICO DI INCENDIO SPECIFICO

*carico di incendio riferito all'unità di superficie lorda*

$$q_f = \frac{\sum_i g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A} \quad [\text{MJ/m}^2]$$

## CARICO DI INCENDIO SPECIFICO DI PROGETTO

*carico d'incendio specifico **corretto** in base ai parametri indicatori del **rischio di incendio** del compartimento e dei fattori relativi alle **misure di protezione presenti***

$$q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f \quad [\text{MJ/m}^2]$$



# Richieste di prestazione

- Le prestazioni da richiedere ad una costruzione, in funzione degli obiettivi di sicurezza, sono individuate nei seguenti livelli

<b>Livello I</b>	<b>Nessun requisito</b> specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile
<b>Livello II</b>	Mantenimento dei requisiti di <b>resistenza al fuoco</b> per un periodo <b>sufficiente all'evacuazione</b> degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
<b>Livello III</b>	Mantenimento dei requisiti di <b>resistenza al fuoco</b> per un periodo congruo con la <b>gestione dell'emergenza</b>
<b>Livello IV</b>	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un <b>limitato danneggiamento della costruzione</b>
<b>Livello V</b>	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il <b>mantenimento della totale funzionalità</b> della costruzione stessa

- I livelli di prestazione comportano l'adozione di differenti **classi di resistenza al fuoco**:

15 20 30 45 60 90 120 180 240 360

## CLASSE DI RESISTENZA AL FUOCO:

intervallo di tempo espresso in minuti, definito in base al carico di incendio specifico di progetto, durante il quale il compartimento antincendio garantisce la capacità di compartimentazione



# Richieste di prestazione

<b>Livello I</b>	<b>Nessun requisito</b> specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile
------------------	--

- ❑ Il **livello I non è ammesso** per le costruzioni destinate a ospitare **attività soggette** ai procedimenti di prevenzione incendi di cui al DPR 151/2011



# Richieste di prestazione

<b>Livello II</b>	Mantenimento dei requisiti di <b>resistenza al fuoco</b> per un periodo <b>sufficiente all'evacuazione</b> degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
-------------------	--

- ❑ può ritenersi adeguato per costruzioni
  - ✓ fino a **due piani fuori terra, un piano interrato**
  - ✓ **Isolate** (eventualmente adiacenti ad altre purché strutturalmente e funzionalmente separate)
  - ✓ destinate ad **un'unica attività non aperta al pubblico** e ai relativi impianti tecnologici di servizio e depositiove si verificano tutte le seguenti ulteriori condizioni:
  - a) dimensioni della costruzione tali da garantire **l'esodo in sicurezza degli occupanti** (N.B. *Criteria del DM 10/03/1998*);
  - b) eventuali **crolli totali o parziali non arrechino danni ad altre costruzioni**;
  - c) eventuali **crolli totali o parziali non compromettano l'efficacia delle compartimentazioni** e di **impianti di protezione attiva** che proteggono altre costruzioni;
  - d) massimo affollamento complessivo **≤100 persone** e densità di affollamento media **≤0,2 pers/m<sup>2</sup>**;
  - e) **NO posti letto** ;
  - f) **NO attività destinate a malati, anziani, bambini** o a persone con ridotte o impedito capacità motorie, sensoriali o cognitive.



# Richieste di prestazione

<b>Livello II</b>	Mantenimento dei requisiti di <b>resistenza al fuoco</b> per un periodo <b>sufficiente all'evacuazione</b> degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
-------------------	--

- Se ricorrono tali condizioni, la classe di resistenza al fuoco è assegnata, **indipendentemente dal carico di incendio**, pari a:

30	per costruzioni ad un piano fuori terra, senza interrati
60	per costruzioni fino a due piani fuori terra e un piano interrato

*N.B. ammesse classi inferiori se compatibili con il Livello III di prestazione*



# Richieste di prestazione

**Livello III** Mantenimento dei requisiti di **resistenza al fuoco** per un periodo congruo con la **gestione dell'emergenza**

- ❑ Livello ordinariamente richiesto per le attività soggette.
- ❑ La classe di **resistenza al fuoco** è fissata **in relazione al carico di incendio specifico di progetto ( $q_{f,d}$ )**, secondo la tabella

Carichi d'incendio specifici di progetto ( $q_{f,d}$ )	Classe
Non superiore a 100 MJ/m <sup>2</sup>	0
Non superiore a 200 MJ/m <sup>2</sup>	15
Non superiore a 300 MJ/m <sup>2</sup>	20
Non superiore a 450 MJ/m <sup>2</sup>	30
Non superiore a 600 MJ/m <sup>2</sup>	45
Non superiore a 900 MJ/m <sup>2</sup>	60
Non superiore a 1200 MJ/m <sup>2</sup>	90
Non superiore a 1800 MJ/m <sup>2</sup>	120
Non superiore a 2400 MJ/m <sup>2</sup>	180
Superiore a 2400 MJ/m <sup>2</sup>	240



# Richieste di prestazione

<b>Livello IV</b>	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un <b>limitato danneggiamento della costruzione</b>
<b>Livello V</b>	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il <b>mantenimento della totale funzionalità</b> della costruzione stessa

- ❑ I livelli IV o V possono essere oggetto di specifiche richieste del committente o essere previsti dai capitolati tecnici di progetto.
- ❑ I livelli IV o V di prestazione possono altresì essere richiesti dalla autorità competente per costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.
- ❑ Rimando alle NTC (DM 14 settembre 2005 e ss. mm. ii.)



# Strutture in legno

- ❑ **Come valutare il carico di incendio specifico e la classe in presenza di strutture in legno?**
- ❑ **L'elemento si consuma nell'incendio (e contribuisce al carico di incendio) o resiste al fuoco ?**

Il DM 09/03/2007 non considera questo caso...





# Strutture in legno

## SOLUZIONE

Fornita con Lett. Circ. P414/4122 sott. 55 del 28/03/2008

1. determinazione della classe di resistenza al fuoco prescindendo dal contributo delle strutture portanti in legno
2. Calcolo dello spessore di carbonizzazione degli elementi lignei corrispondente alla classe determinata (per la velocità di carbonizzazione adottare i valori previsti dalla norma EN 1995-1-2).

Essenza	Tipologia di legno	mm/min
a) Legname tenero (conifere) e faggio	Legno laminato incollato con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno massiccio con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80
b) Legname duro (latifoglie)	Legno duro massiccio o laminato incollato con densità caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
	Legno duro massiccio o laminato incollato con densità caratteristica $\geq 450 \text{ Kg/m}^3$	0,55



# Strutture in legno

## SOLUZIONE

Fornita con Lett. Circ. P414/4122 sott. 55 del 28/03/2008

1. determinazione della classe di resistenza al fuoco prescindendo dal contributo delle strutture portanti in legno **e se la classe risulta 0 ?**
2. Calcolo dello spessore di carbonizzazione degli elementi lignei corrispondente alla classe determinata (per la velocità di carbonizzazione adottare i valori previsti dalla norma EN 1995-1-2)
3. Determinare definitivamente la classe del compartimento tenendo anche conto del carico di incendio specifico relativo alle parti di elementi lignei, corrispondenti allo spessore di cui al punto 2, che hanno partecipato alla combustione

**La classe così ottenuta è definitiva!**

**Non è necessario reiterare il calcolo in seguito all'innalzamento della classe determinato dal contributo delle strutture!**



# L'azione dell'incendio

- ❑ Per **definire l'azione dell'incendio** su una struttura o su un elemento costruttivo è **necessario fissare la curva temperatura-tempo**, ossia definire l'INCENDIO CONVENZIONALE DI PROGETTO

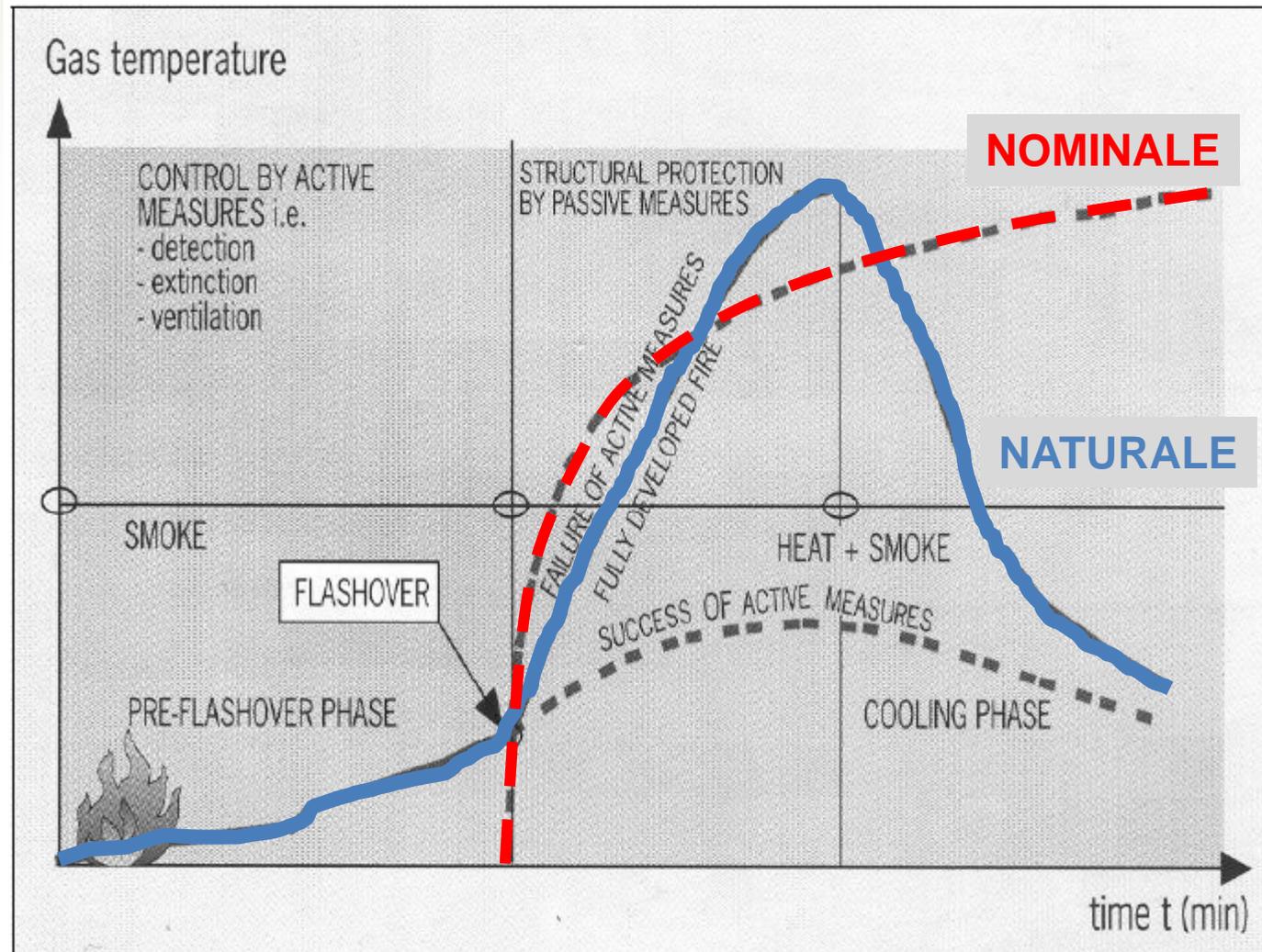
## INCENDIO CONVENZIONALE DI PROGETTO:

*incendio definito attraverso una **curva di incendio** che rappresenta l'andamento, in funzione del tempo, della **temperatura media dei gas di combustione nell'intorno della superficie degli elementi costruttivi**.*

- ❑ La curva di incendio di progetto può essere:
  - **NOMINALE**: curva adottata per la classificazione delle costruzioni e per le verifiche di resistenza al fuoco di tipo convenzionale;
  - **NATURALE**: curva determinata in base a modelli d'incendio e a parametri fisici che definiscono le variabili di stato all'interno del compartimento



# L'azione dell'incendio

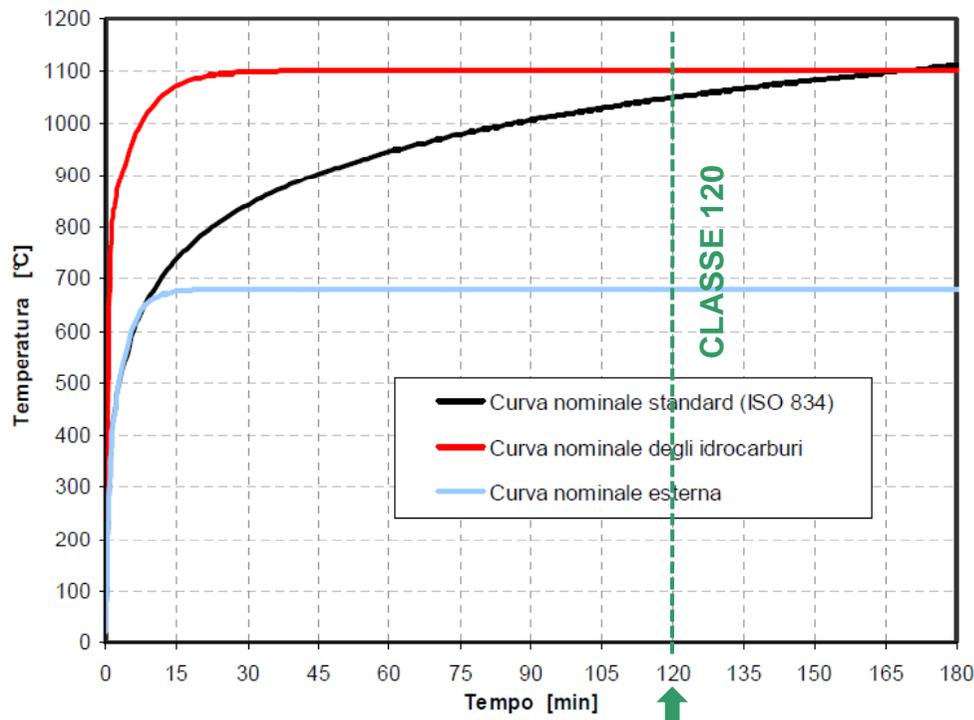




# L'azione dell'incendio

## □ CURVE NOMINALI

- La curva nominale è una **curva convenzionale** generalmente monotona crescente e pertanto ben riproducibile in laboratorio
- Trascura la fase di innesco e di prima propagazione avendo **inizio in corrispondenza del flashover**
- Il DM 09/03/2007 prevede diverse curve nominali:



### ■ Curva standard

$$\theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8 \cdot t + 1)$$

### ■ Curva inc. idrocarburi

$$\theta_g = 1080(1 - 0,325 \cdot e^{-0,167t} - 0,675 \cdot e^{-2,5t}) + 20$$

### ■ Curva inc. esterno

$$\theta_g = 660(1 - 0,687 \cdot e^{-0,32t} - 0,313 \cdot e^{-3,8t}) + 20$$

La curva di incendio nominale termina in corrispondenza della classe del compartimento, senza alcuna fase di raffreddamento



# L'azione dell'incendio

## ■ CURVE NOMINALI

Carico di incendio specifico  $q_f = \frac{\sum_i g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i}{A}$  [MJ/m<sup>2</sup>]

Carico di incendio specifico di progetto  $q_{f,d} = \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_n \cdot q_f$  [MJ/m<sup>2</sup>]

Livello di prestazione

<b>Livello I</b>	Nessun requisito specifico di resistenza al fuoco dove le conseguenze della perdita dei requisiti stessi siano accettabili o dove il rischio di incendio sia trascurabile
<b>Livello II</b>	Mantenimento dei requisiti di <b>resistenza al fuoco</b> per un periodo <b>sufficiente all'evacuazione</b> degli occupanti in luogo sicuro all'esterno della costruzione
<b>Livello III</b>	Mantenimento dei requisiti di <b>resistenza al fuoco</b> per un periodo congruo con la <b>gestione dell'emergenza</b>
<b>Livello IV</b>	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, un <b>limitato danneggiamento della costruzione</b>
<b>Livello V</b>	Requisiti di resistenza al fuoco tali da garantire, dopo la fine dell'incendio, il <b>mantenimento della totale funzionalità</b> della costruzione stessa

Regola tecnica prescrittiva  
(per attività normate)

**CLASSE DI RESISTENZA AL FUOCO**  
 15 20 30 45 60 90 120 180 240 360



# L'azione dell'incendio

## □ CURVE NATURALI

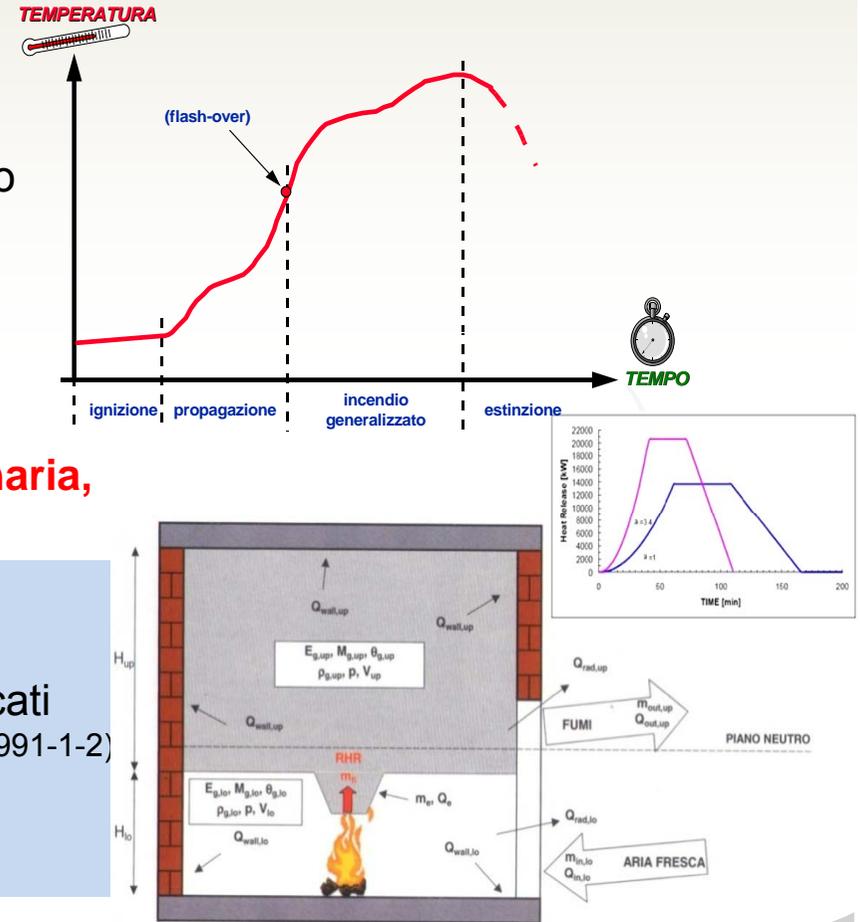
- Utilizzabili per progetti condotti secondo **l'approccio prestazionale** (DM 9 maggio 2007 - Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio)

- Da applicare per **tutta l'evoluzione dell'incendio**, fino al **ritorno a T ordinaria**, determinate attraverso

- modelli di incendio sperimentali (es. prove di incendio su scala reale)
- modelli di incendio numerici semplificati (es. curve parametriche, v. Eurocodice UNI EN 1991-1-2)
- modelli di incendio numerici avanzati (es. modelli a zone, di campo)

- La curva naturale si determina **per lo specifico compartimento**, facendo riferimento al **carico di incendio specifico di progetto** ponendo **pari ad 1 i coefficienti  $\delta_{ni}$**  relativi alle misure di protezione che si intende modellare

- **metodi di riconosciuta affidabilità + limitazioni d'uso di ciascun modello** 40





# L'azione dell'incendio

## ATTENZIONE!

- Quale che sia il modello scelto, i valori del **carico d'incendio** e delle **caratteristiche del compartimento**, adottati nel progetto per l'applicazione dei metodi suddetti, costituiscono un **vincolo d'esercizio** per le attività da svolgere all'interno della costruzione



# L'azione dell'incendio

## ▣ CURVE NATURALI

- Qualora si adotti uno di questi metodi, deve essere eseguita **anche** la verifica della capacità portante e/o della capacità di compartimentazione degli elementi costruttivi rispetto all'azione termica della **curva di incendio nominale standard** con riferimento alle classi riportate nella tabella, in funzione del carico di incendio specifico di progetto  $q_{fd}$

Carichi d'incendio specifici di progetto ( $q_{f,d}$ )	Classe
Non superiore a 300 MJ/m <sup>2</sup>	0
Non superiore a 450 MJ/m <sup>2</sup>	15
Non superiore a 600 MJ/m <sup>2</sup>	20
Non superiore a 900 MJ/m <sup>2</sup>	30
Non superiore a 1200 MJ/m <sup>2</sup>	45
Non superiore a 1800 MJ/m <sup>2</sup>	60
Non superiore a 2400 MJ/m <sup>2</sup>	90
Superiore a 2400 MJ/m <sup>2</sup>	120

**Requisiti minimi  
da garantire  
comunque**



# Criteri di progettazione

- ❑ La sicurezza del sistema strutturale in caso di incendio si determina sulla base della resistenza meccanica:
  - di **singoli elementi strutturali** (travi, colonne, ecc.)  
considerando carichi e vincoli
  - di **porzioni significative di struttura**
  - dell'**intero sistema costruttivo** considerando l'evoluzione sotto l'azione dell'incendio
- ❑ Devono essere considerati gli **effetti del secondo ordine** (**deformazioni, dilatazioni contrastate, ecc.**) tranne nel caso in cui:
  - siano trascurabili o a vantaggio di sicurezza
  - siano tenuti in conto nei modelli semplificati e conservativi adottati
  - i requisiti di sicurezza strutturale all'incendio siano stati valutati con riferimento al **metodo delle curve nominali**
- ❑ Devono essere considerate le azioni (permanenti, variabili) previste nelle combinazioni di cui alle NTC.  
Si esclude la concomitanza con altre azioni accidentali

v. DM 16/02/2007



# Criteri di progettazione

- ❑ Per i soli **elementi strutturali secondari** contenuti in costruzioni che devono garantire il **livello III** di prestazione è consentito limitare il requisito di resistenza al fuoco alla **classe 30**, purché siano verificate tutte le seguenti condizioni:
  - ✓ l'eventuale crollo degli elementi strutturali secondari **non compromette la capacità portante di altre parti** della struttura;
  - ✓ l'eventuale crollo degli elementi strutturali secondari **non compromette l'efficacia** di elementi costruttivi di **compartmentazione** e di impianti di **protezione attiva**;
  - ✓ l'eventuale crollo degli elementi strutturali secondari **non deve costituire un significativo rischio per gli occupanti e per i soccorritori**